



DOI 10.22363/2312-8143-2021-22-4-355-363  
УДК 65.011.56

Научная статья / Research article

## На пути к автономному судоходству

А.Б. Володин , С.В. Преснов , В.В. Якунчиков  

*Российский университет транспорта, Москва, Россия*  
✉ shneider1969@mail.ru

### История статьи

Поступила в редакцию: 19 июля 2021 г.  
Доработана: 17 ноября 2021 г.  
Принята к публикации: 17 ноября 2021 г.

### Ключевые слова:

автономное судоходство, технические аспекты внедрения, сокращение экипажей судов, зарубежный опыт, национальные программы

**Аннотация.** Рассматриваются национальные аспекты готовности и задачи внедрения автономного (беспилотного) судоходства в ближайшей перспективе. Цель исследования – определить экономические выгоды и риски, проблемные места внедрения технологий автономного судоходства. Экономическая выгода базируется на снижении затрат на оплату экипажа судна, его проживания на борту, сокращения убытков от аварий. Если на вопрос «что?» уже дан ответ – установка систем автономного судовождения доступна для морских судов уже сегодня, то вопрос «зачем?» пока не решен. При условии, что основная выгода предполагается от сокращения экипажа, заметное сокращение возможно только для вновь строящихся и относительно современных судов с уровнем автоматизации не ниже AUT2, доля которых под флагом морского коммерческого флота РФ составляет около 15 %. Вместе с тем модернизация существующих судов внутреннего водного плавания в автономные доступна сегодня для менее чем 2 % речного транспортного флота (суда с уровнем автоматизации А1), следовательно, автономный внутренний водный транспорт лишь предстоит построить. К рискам стоит отнести медленный темп постройки новых судов, а также переучивание и дальнейшее трудоустройство при массовом сокращении экипажей судов. Проанализирован зарубежный и отечественный опыт начального этапа внедрения автономного судоходства.

### Для цитирования

Володин А.Б., Преснов С.В., Якунчиков В.В. На пути к автономному судоходству // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2021. Т. 22. № 4. С. 355–363. <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2021-22-4-355-363>

## On the way to autonomous navigation

Alexey B. Volodin , Sergey V. Presnov , Vladimir V. Yakunchikov  

*Russian University of Transport, Moscow, Russia*  
✉ shneider1969@mail.ru

### Article history

Received: July 19, 2021  
Revised: November 17, 2021  
Accepted: November 25, 2021

**Abstract.** The national aspects of readiness and the tasks of introducing autonomous (unmanned) navigation in the near future are considered. The purpose of the study – identification of economic benefits and risks, problem areas of implementation of autonomous navigation technologies.

© Володин А.Б., Преснов С.В., Якунчиков В.В., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**Keywords:**

autonomous shipping, technical aspects of implementation, reduction of ship crews, foreign experience, national programs

The economic benefit is based on a reduction in the costs of paying the crew of the ship, living on board it, reducing losses from accidents. If the question “what?” has already been answered – the installation of autonomous navigation systems is available for naval vessels today, then the question “why?” has not yet been resolved. If the main benefit is expected from a reduction in crew, then a noticeable reduction in crew is possible only for newly built and relatively modern vessels with an automation level of at least AUT2, the share of which under the flag of the Russian Navy is about 15%. At the same time, the modernization of existing inland navigation vessels into autonomous vessels is now available for less than 2% of the river transport fleet (vessels with an automation level of A1), which suggests that autonomous inland water transport only has to be built. The risks also include the slow pace of construction of new ships, as well as retraining and further employment with a massive reduction in the crew of ships. Foreign and domestic experience of the initial stage of autonomous navigation implementation is considered.

**For citation**

Volodin AB, Presnov SV, Yakunchikov VV. On the way to autonomous navigation. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2021;22(4):355–363. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2021-22-4-355-363>

**Введение**

Сегодня глобальный исследовательский интерес к области морских автономных надводных кораблей (MASS) резко возрастает [1; 2].

Мир уже работает над созданием автоматизированных кораблей, и это не новая идея на морском транспорте, но появление автономных кораблей влечет за собой целый ряд юридических проблем [3].

Экономические вопросы также не полностью решены. Прогнозируемый диапазон экономической целесообразности построения широкополосных каналов связи для передачи данных – 2026–2041 гг., в то время как стоимость автоматизированной обработки грузов достигнет нынешнего уровня расходов где-то между 2037 и 2101 гг. Наконец, стоимость среднеоборотного дизельного двигателя и двигателя на топливных элементах сравняется ориентировочно между 2025 и 2060 гг. [4].

Важным требованием для эксплуатации MASS является то, что они должны быть как минимум такими же безопасными, как и обычные корабли [5], главным образом за счет снижения так называемого человеческого фактора, признаваемого сегодня ключевой причиной аварий на водном транспорте [6].

Ведущими в мировых исследованиях сегодня являются норвежские [7], китайские [8], финские разработки [9], включающие как технические, так и логистические инновации. Например, концепция Vessel Train предусматривает использование обычного (экипажного) ведущего головного судна, за которым следует караван автономных [10].

Для применения беспилотных технологий на транспорте в России сегодня также созрели все технологические предпосылки, и в ближайшем будущем, после снятия нормативных ограничений и принятия соответствующих национальных и международных документов, станет возможным быстрое внедрение автономного судоходства.

В настоящее время в рамках национальных проектов «разрабатываются технологии e-Навигации и a-Навигации, направленные на обеспечение лидерских позиций страны на мировом рынке»<sup>1</sup>.

При этом подразумевается трансформация профессии моряка в офисную работу за автоматизированным рабочим местом, когда необходимость выходить в морские рейсы отпадет, а управление судами будет происходить удаленно [11].

После внедрения автономных систем судовождения экипажи фактически будут переведены на сушу, что обеспечит не только экономию фонда заработной платы, но и существенное упрощение конструкции судов, увеличение полезного объема под грузы. «Все жилые и вспомогательные помещения обеспечения жизнедеятельности экипажа будут упразднены, что приведет к уменьшению водоизмещения судна с сохранением прежней грузоподъемности и дополнительной экономии топлива. Но самым главным станет безопас-

<sup>1</sup> Проект-маяк «Автономное судовождение» в рамках перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 06.10.2021 г. URL: <http://static.government.ru/media/files/jwsYsyJKWGQQAaCSMGrd7q82RQ5xECo3.pdf> (дата обращения: 22.06.2021).

ность (берегового) экипажа, переход от высокой интенсивности труда при круглосуточных вахтах к 8-часовому рабочему дню<sup>2</sup>».

## 1. Экономические аспекты

Экономическая выгода для судовладельца базируется на сокращении численности персонала, обеспечивающего движение судна и отмене затрат по обеспечению экипажа на борту судна. Доля оплаты труда экипажей судов в международных морских перевозках в зависимости от класса и флага судна, а также типа перевозок составляет от «30 % (контейнеровозы, крупные суда)» до «70 % (портовые буксиры, малые суда)» от прямых расходов на перевозки<sup>3</sup>, на ВВТ от 30 до 50 %.

По оценкам Минтранса, «снижение эксплуатационных расходов сократит рейсовые расходы судоходных компаний при переходе на а-Навигацию ориентировочно на 5 %. Совокупная себестоимость морских перевозок в России оценивается в 500 млрд руб. в год, что даст эффект в 25 млрд руб. в год»<sup>4</sup>.

Однако, массовое сокращение экипажей судов потребует их переучивания и трудоустройства.

Также важным плюсом автоматизации прогнозируется снижение на 80 % аварийности за счет уменьшения влияния человеческого фактора при управлении судами. «Убытки судоходных компаний от инцидентов на море, связанных с человеческим фактором, превышают 1,5 млрд долл. США в год (Allianz Global Corporate & Specialty AG, 2018). Оценка аналогичных убытков российских судовладельцев составляет 1,2 млрд руб. в год. Не менее 50 % таких инцидентов могут быть предотвращены благодаря использованию а-Навигации и е-Навигации, что составит 600 млн руб. в год предотвращенного ущерба»<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Goodbye high seas, hello cubicle. Sailor – the next desk job. URL: [https://money.cnn.com/2017/05/19/technology/autonomous-ships-sailor-desk-job/index.html?section=money\\_technology/](https://money.cnn.com/2017/05/19/technology/autonomous-ships-sailor-desk-job/index.html?section=money_technology/) (accessed: 22.09.2021).

<sup>3</sup> Проект-маяк «Автономное судовождение» в рамках перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 06.10.2021 г. URL: <http://static.government.ru/media/files/jwsYsyJKWGQQAaCSMGrd7q82RQ5xECo3.pdf> (дата обращения: 22.06.2021).

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Там же.

Также после быстрого успешного внедрения станет возможным экспорт российских технологий и продуктов в данной области.

## 2. Технические аспекты

Для морских судов системы автоматического управления движением в открытом море уже созданы. Например, компания «Ситроникс КТ» за последние 2 года в рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) «а-Навигация» создала систему для оснащения автономных морских судов. «Концепция а-Навигации – это совокупность технологий искусственного интеллекта, математического моделирования, распознавания и идентификации, позволяющая заменить человека в управлении судном»<sup>6</sup>. Разработка позволяет конвертировать в автономные не только вновь строящиеся, но и действующие суда.

По заявлению производителей, установка такой системы не потребует докования флота и может быть произведена в сравнительно малое время при относительно небольших капитальных затратах.

Вместе с тем большинство компонентов существующих систем состоит из импортных комплектующих, и одной из ближайших задач является перевод всей компонентной базы на отечественную.

Береговая морская инфраструктура автономного судоходства опирается на созданную тестовую акваторию е-Навигации (ОКР «е-Море») и существующие электронные навигационные карты морских районов и акваторий, которыми пользуются все морские коммерческие суда («1176 единиц»<sup>7</sup>).

Необходимо дальнейшее совершенствование систем управления движением судов (СУДС), ГМССБ и АИС нового поколения на основе е-Навигации, средств автономного судовождения в порту для автоматической проводки и швартовки.

Необходимо также оснащение портов диспетчерскими дистанционным управлением флотом, для чего «потребуется развертывание дополнительных группировок спутников в районах

<sup>6</sup> Проблемы и перспективы безэкипажных судов. URL: <https://www.sitronics.com/news/view/news-49-10-06-2021.html> (дата обращения: 19.08.2021).

<sup>7</sup> Весь морской флот России. URL: <https://portnews.ru/comments/2940/> (дата обращения: 19.06.2021).

эксплуатации автономных судов, сетей беспроводной связи стандартов WiMAX в акваториях и на подходах к портам»<sup>8</sup>.

Также в местах остановок автономного флота (порты, рейды) потребуется наличие ремонтно-диагностических бригад для осмотра, диагностики и наладки СЭУ и систем автоматики судна.

На маршрутах следования автономных судов потребуется доступ аварийных бригад быстрого реагирования с использованием вертолетного транспорта.

При наличии надежной спутниковой связи (доступ к спутниковым данным группировок GPS/GLONASS/BAIDOO и др.), а также нормально функционирующих систем видеораспознавания на судне эксплуатация флота практически не потребует визуальную навигационную обстановку (буи, бакены, маяки).

Для вновь строящихся судов должна быть конструктивно предусмотрена система автоматического приема и выдачи горюче-смазочных материалов и нефтесодержащих вод.

Технические средства автоматизации швартовки/постановки на якорь только предстоит разработать, и сегодня в этом направлении идут активные работы (Япония, Финляндия).

Технические аспекты на внутреннем водном транспорте схожи с морской спецификой, и система навигации морских судов также может быть доработана для применения на речных судах. Это потребует учета движения и расхождения судов в узкостях, малых задержек в системе управления, при необходимости – установки дополнительных подруливающих средств [11].

Так же как и для морского флота, установка системы управления судном не потребует слипования флота и может быть произведена в сравнительно малое время, речные порты нужно будет оснастить пунктами дистанционного управления судами, а в местах остановок автономного флота (порты, бункеровочные стоянки, шлюзы) потребуется наличие ремонтно-диагностических бригад для осмотра, диагностики и наладки СЭУ и систем автоматики судна.

Береговая инфраструктура ВВТ уже сегодня опирается на Единую коллекцию электронных навигационных карт внутренних водных путей РФ (ОКР «Карта-Река»), которые активно формируются.

### 3. Сокращение численности экипажей

Снижение эксплуатационных расходов за счет сокращения экипажей уже на первом этапе сократит рейсовые расходы судоходных компаний ориентировочно на 5–10 %.

Доля оплаты труда экипажей судов в международных морских перевозках зависят от класса и флага судна, типа перевозок, но прежде всего – от объема груза (размеров судна).

Для малых судов доля заработной платы в операционных расходах доходит до «50–70 % (портовые буксиры, малые суда, технический флот), для крупных судов она гораздо меньше – начинается от 6 % (контейнеровозы, крупные суда)» [12]. Аналогичная картина в национальном (российском) сегменте судоходства – доля заработной платы в расходах судовладельцев составляет около 5 %.

Затраты на обеспечение работы судна составляют 42 %, рейсовые расходы, включая бункеровку, составляют еще 40 %. В этом смысле судоходство является более капиталоемким, чем трудоемкими бизнесом [13].

При установке на суда систем автономного управления движением станет возможно сокращение части экипажа команды мостика уровня эксплуатации (вахтенный рулевой), уровня управления (вахтенный офицер).

Сокращать экипаж машинной команды на действующих судах будет возможно при наличии на судне уровня автоматизации не ниже AUT1, в некоторых случаях AUT2.

Согласно требованиям морского Регистра:

– если объем автоматизации позволяет эксплуатацию механической установки судна без постоянного присутствия обслуживающего персонала в машинных помещениях и центральном посту управления;

– автоматизация выполнена с применением компьютеров или программируемых логических контроллеров, отвечающих требованиям раздела 7 части XV «Автоматизация»;

– автоматизация выполнена с применением компьютерной интегрированной системы управ-

<sup>8</sup> Проект-маяк «Автономное судовождение» в рамках перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 06.10.2021 г. URL: <http://static.government.ru/media/files/jwsYsyJKWGQQAaCSMGrd7q82RQ5xEC03.pdf> (дата обращения: 22.06.2021).

ления и контроля, отвечающей требованиям раздела 7 части XV «Автоматизация».

В этом случае возможно сокращение части экипажа уровня эксплуатации (вахтенный моторист) и уровня управления (вахтенный офицер).

Сокращение матросов (или лиц, выполняющих якорно-швартовные операции) будет возможно только с появлением на судах систем автоматизации швартовых/стояночных операций.

Сокращение экипажей действующих судов внутреннего водного плавания будет возможно при наличии на судне уровня автоматизации не ниже А1 (безвахтенное машинное отделение) и оснащении автоматикой швартовно-стояночных операций. В этом случае допустимо сокращение части экипажа уровня эксплуатации (рулевой-моторист, матрос), уровня управления (помощники механика, помощники капитана).

#### 4. Действующие российские программы и проекты

С конца 2020 г. находится на рассмотрении в правительстве проект постановления Правительства РФ от 5 декабря 2020 г. № 2031 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации автономных судов под Государственным флагом Российской Федерации», вместе с тем мероприятия эксперимента уже реализуются. Так, на расширенном заседании Коллегии Федерального агентства морского и речного транспорта и Общественного совета при Росморречфлоте руководитель ФАМРТ Лаврищев отметил, что «в 2020 г. стартовал эксперимент по испытанию автономных судов, создана тестовая акватория на Неве и Ладожском озере. ФГУП «Росморпорт» начал испытания оборудования, установленного на судах технического флота»<sup>9</sup>.

Пилотный проект запуска автономной линии между портами Калининград и Усть-Луга планируется в 2023 г. «До 31 декабря 2025 г. эксперимент пройдет также в Петербурге, Ленинградской, Астраханской, Магаданской, Мурманской, Ростовской, Сахалинской областях, а также в Краснодарском, Приморском и Хабаровском краях»<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Глобальные цели, амбициозные задачи. URL: <http://morvesti.ru/analitika/1692/89716/> (дата обращения: 25.09.2021).

<sup>10</sup> Акт Правительства Российской Федерации от 05.12.2020 г. № 2031 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации автономных судов под Государственным флагом

В рамках федеральной целевой программы «ГЛОНАСС» компания «Кронштадт Технологии» выполнила два важных государственных контракта по заказу Минтранса России, завершив создание тестовой акватории e-Навигации (ОКР «e-Море») и формирование Единой коллекции электронных навигационных карт внутренних водных путей РФ (проект «Карта-Река»).

Опытно-конструкторская работа «e-Море» выполнялась группой компаний «Кронштадт» с 2016 по 2020 г. и заключалась в создании тестовой акватории, обеспечивающей всестороннюю проверку и отработку разрабатываемых навигационных, связанных, информационных систем и комплексов судовой и береговой иерархической инфраструктуры в рамках глобальной концепции e-Навигации. Целью работы являлось повышение безопасности мореплавания и судоходства на водных путях Российской Федерации, а также рост эффективности морских перевозок. В результате выполненных работ «Минтранс России получил „полигон“ для отработки и тестирования цифровых решений, на котором будут аккумулироваться ведущие разработки для безэкипажного коммерческого судоходства»<sup>11</sup>.

В мае 2021 г. межведомственная рабочая группа при правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России одобрила финансирование проекта госпрограммы Национальной технологической инициативы в области создания платформы виртуального моделирования безэкипажного судоходства в размере «263 млн руб.»<sup>12</sup>.

Проект выполняет компания «Кронштадт Технологии», соисполнителями являются ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и научно-производственное предприятие «Авиационная и морская электроника». В апреле этого года группу разработчиков из «Кронштадт Технологии», занимающуюся морскими беспилотниками, купила АФК «Система».

Российской Федерации» // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. № 2031. Федерации. № 2031. URL: <http://government.ru/docs/all/131362/> (дата обращения: 22.05.2021).

<sup>11</sup> Кронштадт создал тестовую акваторию. URL: <https://portnews.ru/news/304186/> (дата обращения: 22.05.2021).

<sup>12</sup> Власти РФ поддержат создание виртуальной платформы для беспилотного судоходства. URL: [https://neftgaz.ru/news/gosreg/443328-rossiya-okazhet-podderzhku-sozdaniyu-virtualnoy-platforny-dlya-bespilotnogo-sudovozhdeniya/?clear\\_cache=Y](https://neftgaz.ru/news/gosreg/443328-rossiya-okazhet-podderzhku-sozdaniyu-virtualnoy-platforny-dlya-bespilotnogo-sudovozhdeniya/?clear_cache=Y) (дата обращения: 19.06.2021).

Компания Sitronics Group (входит в АФК «Система») позиционирует себя на третьем месте в мировом рейтинге разработчиков технологий автономного судоходства и «планирует инвестировать в этом году в данной области 700 млн руб.»<sup>13</sup>.

Сегодня компанией создан комплекс систем для автономного судовождения в технической и программной части, оснащены четыре судна коммерческого и технического флота, проходит опытная эксплуатация решения в реальных условиях.

Система автономного судовождения Sitronics Group номинирована на российскую независимую деловую премию в области цифровых технологий в категории «Разработка года».

## 5. Международные усилия

Стратегический план Международной морской организации (ИМО) на 2018–2023 гг. включает «ключевое стратегическое направление „Интегрирование новых и передовых технологий в нормативно-правовую базу“» [14].

В 2017 г. по предложению ряда государств-членов Комитет ИМО по безопасности на море (КБМ) согласился включить в свою повестку дня вопрос о морских автономных надводных судах. Это было сделано для определения того, каким образом безопасная и экологически обоснованная эксплуатация морских автономных надводных судов (МАСС) может быть включена в документы ИМО.

КБМ признал, что ИМО следует играть упреждающую и ведущую роль с учетом быстрых технологических изменений, связанных с внедрением коммерческих судов в автономном режиме (работающих без экипажа).

В июне 2019 г. КБМ на своей 101 сессии утвердил Временные руководящие принципы испытаний морских автономных надводных судов (MASS).

Среди прочего, в руководящих принципах говорится, что судебные разбирательства должны проводиться способом, обеспечивающим по меньшей мере такую же степень безопасности и защиты окружающей среды, как это предусмотрено соответствующими документами.

Бортовые или удаленные операторы MASS должны иметь соответствующую квалификацию

для их эксплуатации. «Любой персонал, участвующий в испытаниях, как дистанционных, так и бортовых, должен иметь соответствующую квалификацию и опыт для безопасного проведения испытаний»<sup>14</sup>.

С 4 по 8 октября 2021 г. в формате видеоконференции прошла 104-я сессия Комитета по безопасности на море Международной морской организации (КБМ104)<sup>15</sup>.

В мероприятии приняла участие межведомственная делегация Российской Федерации во главе с директором департамента государственной политики в области морского и внутреннего водного транспорта Минтранса России Виталием Клюевым.

Успешно завершив регулятивный обзор в отношении использования морских автономных надводных судов (МАНС), а именно оценки необходимости внесения изменений в конвенции и кодексы ИМО для обеспечения возможности использования автономных судов, комитет рассмотрел несколько предложений государств о дальнейшей работе по этому направлению.

Российская Федерация представила на КБМ104 два документа с предложениями приступить к разработке инструмента ИМО по МАНС. Также, учитывая итоги регулятивного обзора, на первом этапе предложено отдать приоритет рекомендательным руководствам по МАНС, чтобы дать возможность судоходной индустрии уже в ближайшее время приступить к эксплуатации автономных судов.

Уже на следующей сессии года начнется прикладная работа с прицелом на разработку международного кодекса по МАНС обязательного характера к 2025 г.

*Англия.* Компания Rolls-Royce с 2012 г. разрабатывает концепцию автоматизированных судов, причем оценивает разработку автоматизируемых судов как огромный шаг в уменьшении травматизма на море<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> Документы Международной морской организации ИМО. URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx> (дата обращения: 26.06.2021).

<sup>15</sup> Документы Министерства транспорта РФ. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/10056> (дата обращения: 28.06.2021).

<sup>16</sup> Remote and autonomous ship – the next step. URL: <https://www.rolls-royce.com/media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf> (accessed: 12.04.2021).

<sup>13</sup> Господдержка может нарушить естественный процесс. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4849121> (дата обращения: 22.05.2021).

3 декабря 2018 г. Rolls-Royce совместно с финской государственной судоходной компанией Finferries продемонстрировали «первый в мире полностью автономный автомобильный паром Falco, действующий в море к югу от города Турку (Финляндия) в ходе пробного рейса. На судне использовались сенсорные датчики и искусственный интеллект для раннего обнаружения препятствий и предотвращения столкновений с объектами»<sup>17</sup>. Судно также выполнило автоматическую швартовку с помощью недавно разработанной автономной навигационной системы. Обратный рейс осуществлялся на дистанционном управлении.

*Норвегия.* «Полностью автоматизированный контейнеровоз норвежской компании Kongsberg Gruppe уже прошел ходовые испытания и готовится к первому самостоятельному походу в конце 2021 г.»<sup>18</sup>.

Судно будет перевозить около ста контейнеров с удобрениями на расстояние до 120 км по маршруту, связывающему три морских порта в Норвегии. Его применение позволит сократить автомобильные перевозки дизельными автомобилями (до 40 тыс. рейсов грузовиков в год) при уменьшенных на порядок вредных выбросах.

*Япония.* В марте – апреле 2021 г. на причале порта Оарай проведены демонстрационные испытания новой системы причаливания и отхода от причала в автоматическом режиме. «В проекте принимали участие компании Mitsui E&S Shipbuilding Co., Ltd. (MES-S), Mitsui O. S. K. Lines, Ltd. (MOL), Токийский университет морских наук и технологий, компания Akishima Laboratories Inc. и паромный оператор MOL Ferry Co., Ltd. [15].

Испытания проводились с участием крупного автомобильного парома Sunflower Shiretoko (MOL Ferry), валовым тоннажем 11 тыс. т на рабочем маршруте с использованием действующего причала»<sup>19</sup>. Применяя виртуальные и реальные данные, система будет доводиться на действующих причалах с участием других типов судов с целью разработки универсальной технологии.

<sup>17</sup> Rolls-Royce и Finferries испытали первый в мире полностью автономный паром. URL: <https://portnews.ru/news/268729/> (дата обращения: 25.10.2021).

<sup>18</sup> YARA Birkeland – autonomous ship project. 2020. URL: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/> (accessed: 12.04.2021).

<sup>19</sup> Japanese demonstration of autonomous docking system. URL: <https://www.maritime-executive.com/article/video-japanese-demonstration-of-autonomous-docking-system> (accessed: 25.10.2021).

*Швеция.* Компания ABB с 2021 г. «разрабатывает передовые решения в области автономного судоходства для научно-исследовательского судна института Monterey Bay Aquarium (MBARI) на базе распределенной системы управления System 800xA, которая объединяет цифровые системы контроля, регулирования мощности, движения, низковольтные распределительные системы и системы управления судном на единой платформе, позволяющие экипажу и береговым службам получать необходимую информацию для эффективной и безопасной эксплуатации судна»<sup>20</sup>.

Также ABB «с 2020 г. разрабатывает технологические решения для сингапурской верфи Keppel Offshore & Marine для осуществления автономных буксирных операций»<sup>21</sup>.

*США.* Компания Sea Machines Robotics из США работает над системами управления военных беспилотных кораблей, созданием систем управления беспилотных аварийных кораблей, которые в составе группы смогли бы эффективно ликвидировать нефтяные пятна, разливы вредных веществ на море.

Создана «автономная система управления SM300, которая установлена на борту буксира Rachael Allen (мощностью более 5000 л.с.) компании Foss Maritime (Сиэтл, США), четвертого из нескольких новых буксиров ASD-90, строящихся компанией Nichols Brothers Boat Builders в Фриленде, штат Вашингтон.

В мае 2021 г. 90-тонный буксир Rachael Allen стал первым буксиром под флагом США, который интегрировал автономные системы в реальные коммерческие операции»<sup>22</sup>. Буксир будет работать в Калифорнии для обеспечения сопровождения танкеров.

Компания IBM разработала «корабль без экипажа Mauflower с трехуровневой технологией: сенсорные датчики, машинное обучение в реальном времени и аналитика, а также механизм

<sup>20</sup> ABB future-proofs sustainable operation of Monterey Bay ocean research vessel. URL: <https://new.abb.com/news/detail/79093/abb-future-proofs-sustainable-operation-of-monterey-bay-ocean-research-vessel> (accessed: 25.05.2021).

<sup>21</sup> ABB and Keppel O&M reach key autonomy milestone with remote vessel operation trial in Port of Singapore. URL: <https://www.hellenicshippingnews.com/abb-and-keppel-om-reach-key-autonomy-milestone-with-remote-vessel-operation-trial-in-port-of-singapore/> (accessed: 25.05.2021).

<sup>22</sup> Foss builds first U.S. tug with autonomous capabilities. URL: <https://www.maritime-executive.com/index.php/article/foss-builds-first-u-s-tug-with-autonomous-capabilities> (accessed: 25.06.2021)

принятия решений. Для обучения моделей машинного обучения использовались петабайты данных»<sup>23</sup>. Корабль должен обойти земной шар без участия человека до конца 2021 г.

Мировой альянс MASSPorts. В августе 2020 г. образован международный альянс для решения проблем и достижения согласования стандартов испытаний и эксплуатации морских автономных надводных кораблей (Maritime Autonomous Surface Ships, MASS) в портах. В состав альянса вошли Китай, Дания, Финляндия, Япония, Нидерланды, Норвегия, Республика Корея и Сингапур. Альянс также курируют ИМО, Международная ассоциация морских средств навигационного оборудования и маячных служб (IALA) и Международная ассоциация портов и гаваней (IAPH).

## Заключение

Сегодня технологии автономного судоходства разрабатывает не так много стран, и у России есть реальная возможность стать ведущей в этой области.

Снижение эксплуатационных расходов за счет сокращения экипажей уже на первом этапе сократит рейсовые расходы судоходных компаний ориентировочно на 5 %.

Системы автономного судовождения для морских судов уже доступны, а для решения оставшихся технологических вопросов в России до 2025 г. планируется завершить натурные испытания опытных морских судов на автономном управлении, что обеспечит возможность массового внедрения технологий.

Однако для эффективной модернизации действующего флота существуют серьезные ограничения. Заметное сокращение экипажа возможно только для вновь строящихся и относительно современных судов с уровнем автоматизации не ниже AUT2, доля которых под флагом морского коммерческого флота РФ составляет всего около 15 %.

Модернизация существующих судов внутреннего водного плавания в автономные доступна сегодня для менее чем 2 % речного транспортного флота (суда с уровнем автоматизации A1), это значит, что автономный внутренний водный транспорт лишь предстоит построить.

Необходимо помнить, что массовое сокращение экипажей судов в соответствии с действующим законодательством потребует их переучивания, а при необходимости – дальнейшего трудоустройства.

## Список литературы / References

1. Fan C, Wróbel K, Montewka J, Gil M, Wan C, Zhang D. A framework to identify factors influencing navigational risk for maritime autonomous surface ships. *Ocean Eng.* 2020;202:107188. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107188>
2. Kooij C, Hekkenberg R. Identification of a task-based implementation path for unmanned autonomous ships. *Maritime Policy & Management.* 2021;1914878. <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1914878>
3. Vojković G, Milenković M. Autonomous ships and legal authorities of the ship master. *Case Stud. Transp. Policy.* 2020;8:333–340.
4. Kooij C, Colling AP, Benson CL. When will autonomous ships arrive? A technological forecasting perspective. *Proceedings of the International Naval Engineering Conference and Exhibition, Glasgow, UK, 2–4 October 2018.* Glasgow; 2018.
5. Thieme CA, Utne IB, Haugen S. Assessing ship risk model applicability to marine autonomous surface ships. *Ocean Eng.* 2018;165:140–154.
6. Chaal M, Banda OAV, Glomsrud JA, Basnet S, Hirdaris S, Kujala P. A framework to model the STPA hierarchical control structure of an autonomous ship. *Saf. Sci.* 2020;132:104939.
7. Akbar A, Aasen AK, Msakni M, Fagerholt K, Lindstad E, Meisel F. An economic analysis of introducing autonomous ships in a short-sea liner shipping network. *Int. Trans. Oper. Res.* 2020;28:1740–1764.
8. Lyu H, Yin Y. Fast path planning for autonomous ships in restricted waters. *Appl. Sci.* 2018;8:2592.
9. Zhang M, Montewka J, Manderbacka T, Kujala P, Hirdaris S. A big data analytics method for evaluation of ship-ship collision risk reflecting real operational conditions. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 2021;213:107674.
10. Meersman H, Moschouli E, Sys C, Van der Voorde E, Vanellander T, Van Hassel E, Friedhoff B, Hekkenberg R, Hoyer K, Tenzer M. *Developing performance indicators for a logistics model for vessel platoon-ing.* Elsevier: Amsterdam; 2020.
11. Solyakov OV, Uvarova LA, Yakunchikov VV, Nadykto NB. The model of plane-parallel ship movement based on a semi-linear system of differential equations using the perturbation method. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 666:052087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/5/052087>
12. Kooij C, Hekkenberg R. The effect of autonomous systems on the crew size of ships – a case study.

<sup>23</sup> Pushing the limits of autonomous navigation with AI and automation. URL: <https://www.ibm.com/uk-en/cloud/automation/mayflower-autonomous-ship> (accessed: 21.06.2021).



*Maritime Policy & Management*. 2021;48(6):860–876. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1805645>

13. Ziajka-Poznańska E, Montewka J. Costs and benefits of autonomous shipping – a literature review. *Appl. Sci.* 2021;11(10):45–53. <https://doi.org/10.3390/app11104553>

14. Li S, Fung KS. Maritime autonomous surface ships (MASS): implementation and legal issues. *Maritime*

*Business Review*. 2019;4(4):330–339. <https://doi.org/10.1108/mabr-01-2019-0006>

15. Shimizu E. Recent trends and issues for practical application of MASS. *ClassNK Technical Journal*. 2021;(3):1–11. Available from: [https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/research/rd/giho03e\\_2021.pdf](https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/research/rd/giho03e_2021.pdf) (accessed: 12.04.2021).

#### Сведения об авторах

*Володин Алексей Борисович*, кандидат технических наук, доцент, директор Академии водного транспорта, Российский университет транспорта, Российская Федерация, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. ORCID: 0000-0001-5202-7035, eLIBRARY SPIN-код. E-mail: [ab.volodin@mail.ru](mailto:ab.volodin@mail.ru)

*Преснов Сергей Вячеславович*, кандидат технических наук, заместитель директора научно-образовательного центра морского, внутреннего водного транспорта и технологий автономного судоходства, Российский университет транспорта, Российская Федерация, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. ORCID: 0000-0001-7945-3931, eLIBRARY AuthorID: 414613. E-mail: [presnov@rivreg.ru](mailto:presnov@rivreg.ru)

*Якунчиков Владимир Владимирович*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой портовых подъемно-транспортных машин и робототехники, Российский университет транспорта, Российская Федерация, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. ORCID: 0000-0002-7068-6736, Scopus Author ID: 57222468159, eLIBRARY SPIN-код: 6396-4917. E-mail: [shneider1969@mail.ru](mailto:shneider1969@mail.ru)

#### About the authors

*Alexey B. Volodin*, PhD, Associate Professor, Director of the Academy of Water Transport, Russian University of Transport, 9 Obraztsova St, bldg 9, Moscow, 127994, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-5202-7035, eLIBRARY SPIN-code: 9287-1882. E-mail: [ab.volodin@mail.ru](mailto:ab.volodin@mail.ru)

*Sergey V. Presnov*, PhD, Deputy Director of the Scientific and Educational Center for Maritime, Inland Waterway Transport and Autonomous Navigation Technologies, Russian University of Transport. 9 Obraztsova St, bldg 9, Moscow, 127994, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-7945-3931, eLIBRARY AuthorID: 414613. E-mail: [presnov@rivreg.ru](mailto:presnov@rivreg.ru)

*Vladimir V. Yakunchikov*, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Port Lifting and Transport Machines and Robotics, Russian University of Transport, 9 Obraztsova St, bldg 9, Moscow, 127994, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-7068-6736, Scopus Author ID: 57222468159, eLIBRARY SPIN-code: 6396-4917. E-mail: [shneider1969@mail.ru](mailto:shneider1969@mail.ru)